

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-258805

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

G02F 1/167

G09F 9/37

(21)Application number : 11-301180

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 22.10.1999

(72)Inventor : KISHI ETSURO

(30)Priority

Priority number : 11003186

Priority date : 08.01.1999

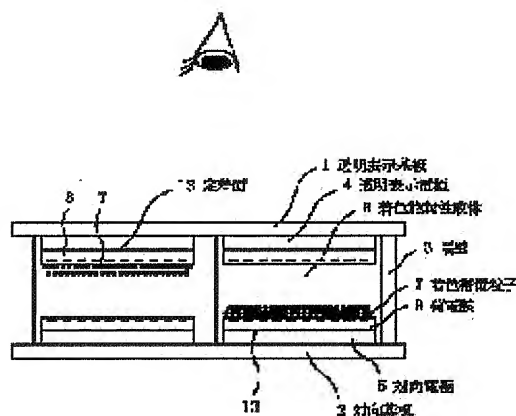
Priority country : JP

## (54) ELECTROPHORETIC DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To embody a long-term stable memory characteristic without requiring switching control of an open state without depending upon electrode holding charges.

SOLUTION: A colored insulative liquid 6 and colored electrostatic charge particles 7 dispersed in the colored insulative liquid 6 are held within the closed spaces enclosed by a transparent display substrate 1, a counter substrate 2 and partition walls 3. Transparent electrodes 4 are arranged on the transparent display substrate 1 of the respective closed spaces and counter electrodes 5 are arranged on the counter substrate 2. The transparent electrodes 4 and the counter electrodes 5 have fixing surfaces 13 where the colored electrostatic charge particles 7 gather thereon. Charge films 8 which stationarily electrostatically charge the surface charge of the polarity reverse from the polarity of the colored electrostatic charge particles 7 are arranged on the fixing surfaces 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

11.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

07.11.2006

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-258805

(P2000-258805A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

|                           |       |               |              |
|---------------------------|-------|---------------|--------------|
| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テーマコード* (参考) |
| G 0 2 F 1/167             |       | G 0 2 F 1/167 | 5 C 0 9 4    |
| G 0 9 F 9/37              | 3 1 1 | G 0 9 F 9/37  | 3 1 1 A      |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-301180

(22) 出願日 平成11年10月22日 (1999.10.22)

(31) 優先権主張番号 特願平11-3186

(32) 優先日 平成11年1月8日 (1999.1.8)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 貴志 悦朗

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100069017

弁理士 渡辺 徳廣

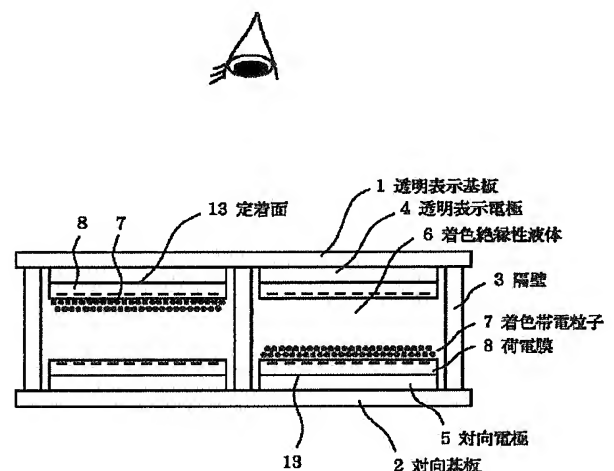
Fターム (参考) 5C094 AA22 BA75 BA84 BA93 CA01

(54) 【発明の名称】 電気泳動型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 電極保持電荷によらず、オープン状態のスイッチング制御を必要とせずに、長時間の安定なメモリー性を実現した電気泳動表示装置を提供する。

【解決手段】 着色絶縁性液体6及び絶縁性着色液体6中に分散された着色帯電粒子7は、透明表示基板1と対向基板2及び隔壁3によって囲まれた閉空間内に保持されている。各閉空間の透明表示基板1上には透明電極4、対向基板2上には対向電極5が配置され、透明電極4と対向電極5の上には着色帯電粒子7が集合する定着面13を有し、該定着面13に着色帯電粒子7と逆極性の表面電荷を定常的に帯電した荷電膜8が配置されている電気泳動表示装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 つの電極と、該電極間に充填された絶縁性液体中に分散された着色帯電粒子と、該着色帯電粒子が集合する定着面と、前記電極間に電圧を印加することによって前記帯電粒子を該定着面に泳動・定着させる手段とを備えた電気泳動型表示装置において、前記定着面に着色帯電粒子と逆極性の表面電荷を定常的に帯電した荷電膜を有することを特徴とする電気泳動型表示装置。

【請求項 2】 前記荷電膜が電極上の定着面に設けられている請求項 1 記載の電気泳動型表示装置。

【請求項 3】 前記荷電膜が強誘電体材料またはエレクトレット材料によって形成されている請求項 1 または 2 記載の電気泳動型表示装置。

【請求項 4】 前記絶縁性液体の体積抵抗率が  $1 \text{ E} + 12 \Omega \cdot \text{cm}$  以上の値を有する請求項 1 記載の電気泳動型表示装置。

【請求項 5】 前記 2 つの電極が対向して設けられている垂直移動型電気泳動表示装置である請求項 1 記載の電気泳動型表示装置。

【請求項 6】 前記 2 つの電極が同一面上に設けられている水平移動型電気泳動表示装置である請求項 1 記載の電気泳動型表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電気泳動型表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、情報機器の発達に伴い、低消費電力で且つ薄型の表示装置のニーズが増しており、これらニーズに合わせた表示装置の研究、開発が盛んに行われている。その中で液晶表示装置は、液晶分子の配列を電気的に制御し液晶の光学的特性を変化させる事ができ、上記のニーズに対応できる表示装置として活発な開発が行われ商品化されている。しかしながら、これらの液晶表示装置では、画面を見る角度や反射光による画面上の文字の見づらさや、光源のちらつき・低輝度等から生じる視覚への負担が未だ十分に解決されていない。この為、視覚への負担の少ない表示装置の研究が盛んに検討されている。特に、低消費電力、眼への負担軽減などの観点から反射型表示装置が期待されている。

【0003】 その一つとして、絶縁液体中で着色帯電粒子を移動させることによって表示を行なう電気泳動型表示装置が知られている（例えば、米国特許第 3668106 号明細書）。図 8 に最も代表的な電気泳動型表示装置の断面図を示す。

【0004】 同図 8 において、電気泳動型表示装置は着色帯電粒子 7 と着色絶縁性液体 6 からなる分散層と、この分散層を挟んで対向する一組の電極 4、5 からなっている。電極を介して分散層に電圧を印加することによ

り、着色帯電粒子 7 を反対極性にバイアスされた電極上に泳動・定着させることによって表示を行なう。表示はこの着色帯電粒子 7 の色と染色された絶縁性液体の色によって行われる。つまり、泳動粒子が観測者に近い第 1 の電極表面に付着した場合は、泳動粒子の色が表示され、逆に観測者から遠い第 2 の電極表面に付着した場合は、染色された着色絶縁性液体の色が表示される。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の電気泳動表示装置には以下に述べるような問題がある。図 7 は、従来の表示装置の動作を示す説明図である。同図 7 において、従来の電気泳動装置における表示画像保持性能（以下、メモリー性と称す）は、電圧印加し（図 7（a）参照）、電圧印加直後に回路をオープン状態にして電極に電荷を保持し、この電極保持電荷のクーロン力で着色帯電微粒子を吸着することによって与えられる（図 7（b）参照）。

【0006】 しかしながら、このメモリー性は回路がショートされると電極保持電荷が開放され消失する（図 7（c）参照）。したがって、マトリクス駆動によって画像を書き込む場合には、それぞれの画素に半導体スイッチング素子を設けて、オープン状態の ON/OFF 制御を独立に行なう必要がある。このようなアクティブマトリクス制御は、構造が複雑であり製造コストが著しく増大するという問題があった。

【0007】 また、回路をオープンにした状態（図 7（b）参照）でも、泳動層内部を経由する電極電荷の微小なリークが徐々に進行するため、泳動層の比抵抗を  $1 \text{ E} + 15 \Omega \cdot \text{cm}$  としても、メモリー時間はたかだか数十時間～数十時間であり、決して十分とはいえなかった。

【0008】 本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、電極保持電荷によらず、オープン状態のスイッチング制御を必要とせず、長時間の安定なメモリー性を実現した電気泳動表示装置を提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 即ち、本発明は、少なくとも 2 つの電極と、該電極間に充填された絶縁性液体中に分散された着色帯電粒子と、該着色帯電粒子が集合する定着面と、前記電極間に電圧を印加することによって前記帯電粒子を該定着面に泳動・定着させる手段とを備えた電気泳動型表示装置において、前記定着面に着色帯電粒子と逆極性の表面電荷を定常的に帯電した荷電膜を有することを特徴とする電気泳動型表示装置である。

【0010】 前記荷電膜が電極上の定着面に設けられているのが好ましい。前記荷電膜が強誘電体材料またはエレクトレット材料によって形成されているのが好ましい。前記絶縁性液体の体積抵抗率が  $1 \text{ E} + 12 \Omega \cdot \text{cm}$  以上の値を有するのが好ましい。前記 2 つの電極が対向

して設けられている垂直移動型電気泳動表示装置であるのが好ましい。前記2つの電極が同一面上に設けられている水平移動型電気泳動表示装置であるのが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の電気泳動表示装置は、少なくとも2つの電極と、絶縁性液体中に分散された帯電粒子と、該帯電粒子が集合する少なくとも2つの定着面と、前記電極間に電圧を印加することによって前記帯電粒子を該定着面に移動・集合させる手段とを備えた表示装置において、前記定着面に帯電粒子と逆極性の表面電荷を帯電した荷電膜を備えることを特徴とする。

【0012】本発明の特徴である荷電膜としては、強誘電体膜またはエレクトレット膜が挙げられる。絶縁性液体中にはアルミナ、シリカ等の有極性イオン吸着剤が添加されていることが望ましい。有極性イオン吸着剤の添加によつて絶縁性液体中のイオン濃度は低く抑えられており、体積抵抗率として $1\text{E}+12\sim 1\text{E}+15\Omega\cdot\text{cm}$ 程度の高い絶縁性を維持している。したがってイオン吸着による荷電膜の表面電荷の減少は無視できる。

【0013】図1は、本発明の電気泳動表示装置の一実施態様を示す概略断面図である。同図1では、表示セグメントに対応する2つの閉空間を有する構成について示している。電気泳動表示装置において、着色絶縁性液体6及び絶縁性着色液体6中に分散された着色帯電粒子7は、透明表示基板1と対向基板2及び隔壁3によって囲まれた閉空間内に保持されている。各閉空間の透明表示基板1上には透明表示電極4、対向基板2上には対向電極5が配置され、透明表示電極4と対向電極5の上には着色帯電粒子7が集合する定着面13を有し、該定着面13に着色帯電粒子7と逆極性の表面電荷を定常的に帯電した荷電膜8が配置されている。

【0014】以下、図3を用いて本発明の電気泳動表示装置の動作原理を説明する。同図3において、本発明の電気泳動表示装置は、対向する2枚の基板1、2と、透光性の上部透明表示基板1上に形成された表示用の透明表示電極4と、下部対向基板2上に形成された対向電極5と、上下電極間に充填された着色絶縁性液体6と、該着色絶縁性液体6中に分散された着色帯電粒子7（仮にプラス帯電とする）と、本発明の特徴である各電極上に形成された着色帯電粒子7とは異なる極性の表面電荷を備えた荷電膜8とによって構成される。

【0015】外部回路10を図3(a)のように接続し、透明表示電極4にマイナス電荷、対向電極5にプラス電荷を誘導することによって、プラスに帯電した着色帯電粒子7が透明表示電極4上に集まり保持・定着され、表示面が着色粒子の色を呈色する。

【0016】この状態で、図3(b)のように、外部回路10を開放状態に切り替えると、電極上の電荷は保持される。着色帯電粒子7は、この保持電荷の静電引力によって、外部からエネルギーを供給することなく、透明

表示電極4上に定着された状態を維持する。

【0017】次に、この状態から外部回路10を図3(c)のようにショート状態に切替えると、両電極の保持電荷は開放され、その静電引力は消失する。しかし、この状態においても、着色帯電粒子7は電極面上に形成された荷電膜8のマイナス表面電荷の静電引力によって、ひきつづき保持され、透明表示電極4上に定着した状態を維持することができる。

【0018】したがって、単純マトリックス駆動のように、実効的には回路の開放状態を維持できないような制御においても、良好なメモリー性を発現することが可能である。また荷電膜8上の表面電荷は開放されることがないため、長時間安定なメモリー性が実現できる。

【0019】本発明は、以上の説明で述べた構成に限定されるものではなく、定着面を有するあらゆる構成の電気泳動型表示装置に適用可能である。例えば図4に示す様な特開平9-021149号公報で開示されている表示電極/遮蔽電極型の表示装置、または図5に示す様な特開平10-005727号公報で開示されている水平移動型表示装置においては、上述した構成と同様に電極24、25上に荷電膜8を形成すればよい。また、図6に示す様な特開平1-086116号公報で開示されているマイクロカプセル型においても、マイクロカプセルの被膜に対して、帯電処理を施し、被膜を荷電膜とすることによって全く同様の効果を得ることが可能である。この場合、定着面の位置はマイクロカプセル被膜の外壁面と定義すればよい。

【0020】本発明における荷電膜は、強誘電体材料またはエレクトレット材料によって形成するのが好ましい。本発明に用いられる強誘電体材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)、ランタン添加チタン酸ジルコン酸鉛(PLZT)、チタン酸バリウム等の無機化合物や、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンの共重合体(PVDF/PTFE)等の有機ポリマーが好適である。強誘電体材料を用いれば $100\sim 20000\text{nC}/\text{cm}^2$ の非常に大きな表面電荷を形成することが可能である。

【0021】本発明に用いられるエレクトレット材料としては、ガラス等の無機材料を含む誘電体全般が挙げられるが、量産性の点からは印刷プロセスに対応可能な有機ポリマー材料がより好適である。例えば、テフロン(Teflon-FEP, Teflon-TFE)等のフッ素系樹脂が特に性能の面で優れており、その他ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート、ポリイミド等も好適である。エレクトレット膜の表面電荷密度は $5\text{nC}/\text{cm}^2$ 以上であることが望ましく、最大 $50\text{nC}/\text{cm}^2$ 程度の表面電荷を形成することが可能である。

【0022】以下、エレクトレット材料について更に詳

しく説明する。エレクトレット（電石）とは、マグネット（磁石）との類似性に命名の由来があり、半永久的に分極電荷を凍結・保持し外部に電界を形成する物質である。

【0023】エレクトレットの成因は、分極の形成とその凍結にある。凍結可能な分極としては、

1. 誘電体内に含まれるイオンの微視的或いは巨視的変位とによる電荷分離、
  2. 極性基等によって構成される分子内永久双極子の外部電界による異方性配向、
  3. コロナ放電電極または電極-誘電体間の空隙で発生するコロナ放電による電荷注入、
- によるものが代表的である。

【0024】イオン電荷分離または双極子配向による分極電荷は外部電界印加電極とは異なる極性のヘテロ電荷となり、コロナ放電注入による分極電荷は同じ極性のホモ電荷となる。熱刺激電流（TSC）による測定によれば、誘電体内部、特に表面近傍に存在する結晶粒界等の不整合部分に存在する電子、ホール、イオンの深いトラップ等が分極電荷凍結の原因になっていると考えられている。

【0025】エレクトレットを形成するには種々の方法がある。代表的な方法として、

1. 誘電体を軟化温度または熔融温度近傍まで加熱し、高電界DCを印加しながら冷却する方法（サーモ・エレクトレット法）、
2. 誘電体表面にコロナ放電させるか、絶縁破壊電圧に近い高電界DC（ $\sim 10^6$  V/cm）を室温で印加する方法（エレクトロ・エレクトレット法）、
3. 絶縁体に真空中で高エネルギー放射線（電子線、 $\gamma$ 線）を照射する方法（ラジオ・エレクトレット法）、
4. 光照射中に高電圧DCを印加する方法（フォト・エレクトレット）、
5. 加圧・延伸等による機械的な変形による方法（メカノ・エレクトレット）、等があげられる。

【0026】

【実施例】以下実施例によって本発明の実施態様について詳しく説明する。

【0027】実施例 1

本実施例では、図1に示す、最も一般的な上下電極構造の電気泳動型表示装置に適用した場合について説明する。図1では表示セグメントに対応する2つの閉空間を有する構成について示している。着色絶縁性液体6、及び着色絶縁性液体6中に分散された着色帯電粒子7は、表示側透明基板1と対向基板2及び隔壁3によって囲まれた閉空間内に保持される。各閉空間の表示側透明基板1上には透明表示電極4、対向基板2上には対向電極5が配置され、透明表示電極4と対向電極5の上には、本発明に関わる荷電膜8が配置されている。

【0028】以下製造プロセスについて説明する。本実

施例では、荷電膜材料としてテフロン（Teflon-PEP）を使用し、高熱下でのコロナ放電によつてエレクトレット処理を行なった。

【0029】まず、透明表示基板1に透明表示電極4、対向基板2上に対向電極5を形成した。各基板材料としては、可視光の透過率が高く且つ耐熱性の高い材料を使用する。ガラス、石英等の無機材料のほか、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエーテルサルフォン（PES）等のポリマーフィルムを使用することができる。本実施例ではガラス基板を用いた。

【0030】透明表示電極4は、パターンニング可能な導電性材料ならどのようなものを用いてもよく、本実施例では、酸化インジウムスズ（ITO）を真空蒸着法によって200nmの厚さに形成した。対向電極5は上記材料の他金属材料を用いてもよく、本実施例では、Al膜を真空蒸着法によって200nmの厚さに形成した。

【0031】各電極上をArガスで5分間エッチングし表面を粗すことによって表面の密着性を向上させた後、各基板の電極面側に、厚み5 $\mu$ mのテフロン-PEP透明シートを重ね合わせ、その上にガラス基板を介して加重を加えた状態で、300℃に加熱しテフロン-PEPシートを熔融したのち除冷することによって、電極上に厚み5 $\mu$ mのテフロン-PEP膜を形成した。

【0032】テフロン-PEP膜の形成された電極上にセグメント形状のレジストパターンを形成し、酸素プラズマ、Arプラズマによる連続エッチングを行ない、セグメント電極パターン以外のテフロン-PEP膜及び電極膜を除去した。

【0033】エレクトレット化処理のために、XYZ変位駆動機構に取り付けられたナイフエッジ電極と、テフロン-PEP膜及び電極膜の形成された基板を恒温槽内に設置した。ナイフエッジ電極が空隙を介してテフロン-PEP膜表面と対向するように配置し、両者の距離を200 $\mu$ mに調整した。恒温層内を300℃に保持した状態で電極膜とナイフエッジ電極間に、ナイフエッジ電極側マイナスの方向に5kVの電圧を印加し、電極間にコロナ放電を発生させた。ナイフエッジ電極に取り付けられたXYZ変位駆動機構によって、ナイフエッジ電極を基板面と水平な方向に一定速度で往復変位させる基板全面をコロナ放電で均一に照射しながら、ドライ窒素によって急冷しエレクトレット化処理を終了した。

【0034】得られたテフロン-PEP膜は良好な透明性を有しており、表面電位を測定したところ、各電極膜に対してマイナス35V程度の表面電位の発現が認められ、透明表示電極4および対向電極5の上に荷電膜8が形成されたことを確認した。

【0035】次に、対向基板2上に隔壁3を形成する。隔壁材料としてはポリマー樹脂を使用する。隔壁形成はどのような方法を用いてもよい。例えば、光感光性樹脂層を塗布した後、露光及びウエット現像を行う方法、又



は別に作製した隔壁を接着する方法、或いは光透過性の第2基板表面にモールドによって形成しておく方法等を用いることができる。本実施例では、光感光性ポリイミドワニスの塗布・露光・ウエット現像プロセスを3回繰り返すことにより、50  $\mu\text{m}$ の高さの隔壁3を形成した。

【0036】続いて、隔壁3内に着色絶縁性液体6及び着色帯電泳動粒子7を充填した。着色絶縁性液体6には、予め有極性イオン吸着剤であるアルミナ及びシリカの超微粒子をそれぞれ0.5wt%添加した。

【0037】絶縁性着色液体6としては、シリコンオイル、トルエン、キシレン、高純度石油等の絶縁性液体に染料を分散させた分散液を用いる。本実施例ではシリコンオイルにアントラキノン系の黒色染料を分散させた着色絶縁性液体6を用いた。

【0038】着色帯電粒子7としては、着色絶縁性液体6中で帯電しうる顔料粒子あるいは顔料粉末を樹脂に分散させた粒子を用いる。粒子の大きさとしては、通常は平均粒径0.1  $\mu\text{m}$ ~50  $\mu\text{m}$ 位のものを使用する。本実施例ではポリエチレン、ポリスチレン等の樹脂に酸化チタンの白色顔料粉末を分散させた平均粒径0.5  $\mu\text{m}$ の白色粒子を用いた。この白色帯電粒子7は上記着色絶縁性液体6中にて正に帯電していることが確認されている。

【0039】最後に、隔壁3と透明表示基板1とを接着剤で貼り合わせ、図1に示した構成の表示装置を得た。また比較例1として、全く同様の構成であるが、テフロン-FEP膜にエレクトレット処理を行わない表示装置も合わせて作成した。

【0040】こうして得られた2つの表示装置を不図示の駆動回路によって駆動した。最初に左側のセルの透明表示電極4に対向電極5に対して-50V、右側のセルには+50Vの電圧をそれぞれ印加した。左側のセルでは絶縁性黒色液体6中に分散していた正帯電白色粒子7が表示透明電極4に泳動・定着し、セルは定着帯電粒子の色である白色を呈した。右側のセルでは正帯電白色粒子7が対向電極5に泳動・定着し、セルは絶縁性液体6の色である黒色を呈した。応答速度は50msecであった。本実施例1による表示装置、および比較例1による表示装置ともにほぼ同様の駆動特性を示した。

【0041】比較例1の表示装置について、この状態で外部回路を開放状態にしても変化は見られなかった。しかしながら、5時間放置後の観察では呈色状態の明らかな変化が認められ、一部の着色帯電粒子7の定着面からの脱離・拡散が観察された。次に、再び初期の呈色状態に戻した後、外部回路をショートし透明表示電極4と対向電極5を短絡状態にしたところ、数分以内に呈色状態は失われ、殆どの着色帯電粒子7が液中に脱離・拡散した。

【0042】次に本実施例の表示装置を、この状態で外

部回路を開放状態にしたが変化は見られなかった。更に、この状態で50時間保持したが全く変化は見られなかった。続けて、外部回路をショートし透明表示電極4と対向電極5を短絡状態にしたが変化は見られなかった。同様にこの状態で50時間保持したが全く変化は見られず良好なメモリ性が実現されていることが確認された。

【0043】またこの後、各セルに反対極性の駆動電圧を印加したところ、50msecとの応答速度で表示色が反転したことから、荷電膜による吸着の駆動特性への影響は少ないことが確認された。

#### 【0044】実施例2

本実施例では、荷電膜として無機強誘電体であるランタン添加チタン酸ジルコン酸鉛(PLZT)を用いた。図2に本実施例の概略構成図を示す。荷電膜以外の構成は実施例1と全く同様である。荷電膜中では、強誘電相の各分極ドメインの双極子モーメントが基板側に同方向に配列しており、泳動層と接する荷電膜表面にはマイナスの表面電荷が発現している。

【0045】以下PLZT荷電膜8の製造プロセスについて説明する。荷電膜以外の製造プロセスについては実施例1と同様であるため省略する。PLZT薄膜の形成方法としては、ゾルゲル法、スパッタ法、CVD法(化学気相成長法)等が挙げられるが本実施例ではスパッタ法により行なった。

【0046】まず、透明表示電極4またはPt対向電極5を形成した石英ガラスよりなる基板1、2上に高周波スパッタリング法により、PLZT(ランタン添加チタン酸ジルコン酸鉛)薄膜を250nmの厚さに堆積した。このとき、堆積する膜の組成は、化学量論的組成比とする。

【0047】続いて、上記堆積した膜に対して、ハロゲンランプを用いて光を照射して(ランプ加熱)、温度550~650℃、1分間の熱処理をする。これにより、基板に堆積した膜(非晶質)のみを加熱して、ペロブスカイト型結晶構造に変化させて強誘電体膜を形成した。得られたPLZT膜の透過率は70%程度であった。

【0048】続いて、各基板に形成されたPZT薄膜上に、200  $\mu\text{m}$ の空隙を介して平板金属電極を配置し、PLZT薄膜を90℃に加熱した状態で、透明表示電極4またはPt対向電極5に平板金属電極に対して-1kVの電圧を印加しポーリング処理を行ない、荷電膜8を形成した。

【0049】以下実施例1と同様のプロセスによって、図2に示した構成の表示装置を得た。こうして得られた2つの表示装置を不図示の駆動回路によって駆動した。最初に左側のセルの透明表示電極4に対向電極5に対して-50V、右側のセルには+50Vの電圧をそれぞれ印加した。左側のセルでは絶縁性黒色液体6中に分散していた正帯電白色粒子7が透明表示電極4に泳動・定着

し、セルは定着帯電粒子の色である白色を呈した。右側のセルでは正帯電白色粒子 7 が対向電極 5 に泳動・定着し、セルは絶縁性液体 6 の色である黒色を呈した。応答速度は 50 msec であった。

【0050】次に本実施例の表示装置を、この状態で外部回路を開放状態にしたが変化は見られなかった。更に、この状態で 50 時間保持したが全く変化は見られなかった。続けて、外部回路をショートし、透明表示電極 4 と対向電極 5 を短絡状態にしたが変化は見られなかった。同様にこの状態で 50 時間保持したが全く変化は見られず良好なメモリ性が実現されていることが確認された。

#### 【0051】実施例 3

本実施例では、本発明の特願平 10-005727 号公報において開示された水平移動型の電気泳動表示装置に適用した場合について説明する。

【0052】図 5 に本発明による表示装置の概略断面図を示す。図 5 では一画素に対応する 2 つの閉空間を有する構成について示している。表示基板 1 上の画素面全面には白色表示電極 25 が配置され、さらに絶縁層 14 を介して黒色表示電極 24 が画素面の一部に配置されている。黒色表示電極 24 上面、及び白色表示電極 25 上の絶縁層 14 の上面には本発明に関わる荷電膜 8 が形成される。表示基板 1、対向基板 2 及び隔壁 3 によって囲まれた空間内には、透明絶縁性液体 26 及び黒色帯電粒子 27 が充填される。水平移動型の電気泳動表示装置では、帯電粒子 27 を表示基板 1 に対して水平に移動し、表示基板上に形成された黒色表示電極 24 または白色表示電極 25 の上に集めることによって表示を行う。

【0053】透明絶縁性液体 26 中の黒色帯電粒子 27 を電極への電圧印加によって白色表示電極 25 上に集めると、観測者（対向基板側）からは、黒色帯電粒子 27 と黒色表示電極 24 が観察（表示）される。一方、電極の極性を変えて黒色帯電粒子 27 を黒色表示電極 24 上に集めると、白色表示電極 25 が露出し呈色が変化する。黒色表示電極 24 に比べて白色表示電極 25 の面積を大きくすれば白色表示電極 25 の着色が支配的な呈色を示す。白色表示電極 25 の呈色は絶縁層 14 或いは白色表示電極 25 或いは表示基板 1 等の着色によって形成される。

【0054】以下、本実施例による表示装置の製造方法について説明する。表示基板 1 は、厚さ 200  $\mu\text{m}$  の光透過性の PET フィルムを用いた。表示基板 1 上に白色表示電極 25 として ITO を成膜しライン状にパターンニングした。次に、白色表示電極 25 上に絶縁層 14 として酸化チタン微粒子を混合して白色化した PET フィルムを形成した。次に、黒色表示電極 24 として暗黒色の炭化チタンを成膜しライン状にパターンニングした。線幅は 50  $\mu\text{m}$  とした。

【0055】次に本発明に関する荷電膜 8 の形成方法につ

いて説明する。本実施例では、荷電膜材料としてポリマ一強誘電体であるポリフッ化ビニリデン (PVDF) を使用した。PVDF のペレットをジメチルアセトアミド (DMA) 液に溶かし、10 wt % 溶液を作成した後、黒色表示電極 24 及び白色表示電極 25 上の絶縁層上に、キャスト法によって膜厚 2  $\mu\text{m}$  の PVDF 薄膜を形成・パターンニングした。

【0056】表示基板上に形成された PVDF 薄膜上に、200  $\mu\text{m}$  の空隙を介して平板金属電極を配置し、ポーリング（分極）処理を行なった。即ち、PLZT 薄膜を 100  $^{\circ}\text{C}$  に加熱した状態で、黒色表示電極 24 及び白色表示電極 25 に対して平板金属電極に +1 kV の電圧を約 15 分間印加し、15 分後基板温度を室温に戻してから電圧を解除し、PVDF 薄膜内の極性基の電場配向によると考えられる分極の形成された荷電膜 8 を得た。

【0057】次に、隔壁 3 を形成した。隔壁 3 は、光感光性厚膜レジスト（商品名：SU-8、3M 社製）を膜厚 50  $\mu\text{m}$  の条件で塗布した後、露光及びウェット現像を行うことによって形成した。対向基板 2 との接合面に熱融着性の接着層を形成した後、隔壁内に透明絶縁性液体 26 及び黒色帯電粒子 27 を充填した。透明絶縁性液体 26 としては、シリコンオイルを使用した。使用したシリコンオイル中には、予め有極性イオン吸着剤であるアルミナ及びシリカの超微粒子をそれぞれ 0.5 wt % 添加した。黒色帯電粒子 27 としては、ポリスチレンとカーボンの混合物で、粒子の大きさが 1  $\mu\text{m}$  ~ 2  $\mu\text{m}$  位のものを使用した。次に、対向基板 2 の表示基板 1 との接着面に熱融着性の接着層パターンを形成し、表示基板 1 の隔壁 3 と対向基板 2 の接着層の位置を合わせ加熱状態で貼り合わせた。こうして得られた表示シートに駆動回路を設置して表示装置を完成させた。

【0058】一方、比較用セルとして従来構成の表示装置を平行して作成した。PVDF 薄膜の代わりに透明ポリイミド薄膜を 2  $\mu\text{m}$  の厚さに形成し、ポリイミド薄膜に対してはポーリング処理を行なわなかった。その他の使用材料、製造プロセスは全く同様である。

【0059】こうして得られた 2 つの表示装置を不図示の駆動回路によって駆動した。白色表示電極 25 をコモン電極として接地電位に設定し、最初に黒色表示電極 24 に対して、左側の画素に -50 V、右側の画素に +50 V の電圧をそれぞれ印加した。左側の画素では黒色正帯電粒子 27 が黒色表示電極の上面に泳動・定着し白色を呈した。右側の画素では黒色正帯電粒子 27 が白色表示電極 25 の上面に泳動・定着し黒色を呈した。応答速度は 50 msec であった。本発明の実施例による表示装置、及び比較用表示装置ともにほぼ同様の駆動特性を示した。

【0060】比較用表示装置について、この状態で外部回路を開放状態にしても変化は見られなかった。しかし



ながら 5 時間放置後の観察では、一部の帯電粒子 27 の定着面からの脱離・拡散が認められ呈色状態に明らかな変化が観察された。次に、再び初期の呈色状態に戻した後、外部回路をショートし黒色表示電極 24 と白色表示電極 25 を短絡状態にしたところ、数分以内で呈色状態は損なわれ、多くの帯電粒子 27 が液体中に脱離し、画素内に拡散した。

【0061】次に本実施例の表示装置に対して、この状態で外部回路を開放状態にしたが変化は見られなかった。更に、この状態で 50 時間保持したが全く変化は見られなかった。続けて、外部回路をショートし黒色表示電極 24 と白色表示電極 25 を短絡状態にしたが変化は見られなかった。同様にこの状態で 50 時間保持したが全く変化は見られず良好なメモリ性が実現されていることが確認された。

【0062】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によって、単純マトリクス駆動制御のように、実効的には回路の開放状態を維持できないような制御においても、良好なメモリ性を発現することができ、荷電膜上の表面電荷は開放されることがないため、長時間安定なメモリ性が実現可能な電気泳動型表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の電気泳動表示装置の一実施態様を示す概略断面図である。

【図 2】本発明の電気泳動表示装置の他の実施態様を示す概略断面図である。

【図 3】本発明の電気泳動表示装置の動作原理を説明す\*

\* 図 3 は説明図である。

【図 4】本発明の電気泳動表示装置の他の実施態様を示す概略断面図である。

【図 5】本発明の電気泳動表示装置の他の実施態様を示す概略断面図である。

【図 6】本発明の電気泳動表示装置の他の実施態様を示す概略断面図である。

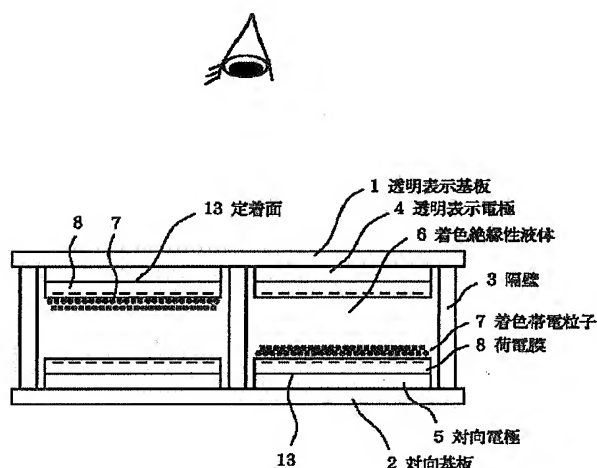
【図 7】従来の表示装置の動作原理を説明する説明図である。

【図 8】従来の表示装置を示す概略断面図である。

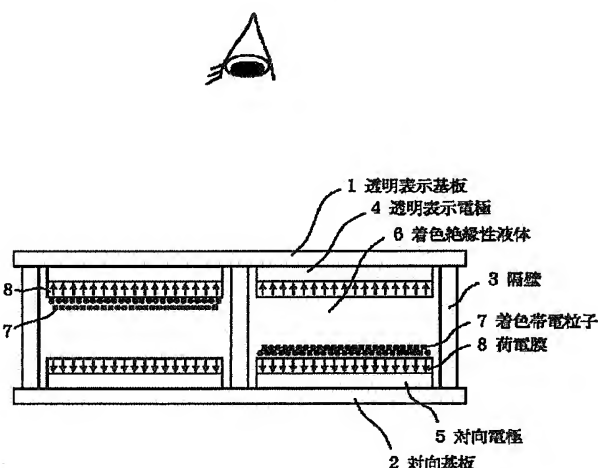
【符号の説明】

- 1 透明表示基板
- 2 対向基板
- 3 隔壁
- 4 透明表示電極
- 5 対向電極
- 6 着色絶縁性液体
- 7 着色帯電粒子
- 8、8a 荷電膜
- 9 マイクロカプセル
- 10 外部回路
- 11 遮光部
- 12 高分子バインダー
- 13 定着面
- 14 絶縁層
- 24 黒色表示電極
- 25 白色表示電極
- 26 透明絶縁性液体
- 27 黒色帯電粒子

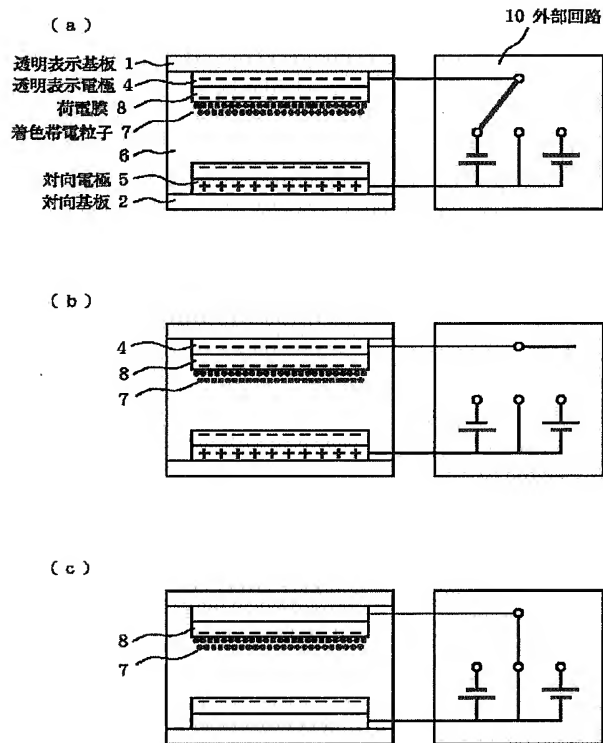
【図 1】



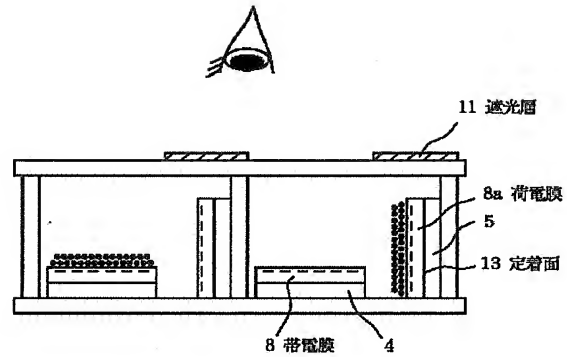
【図 2】



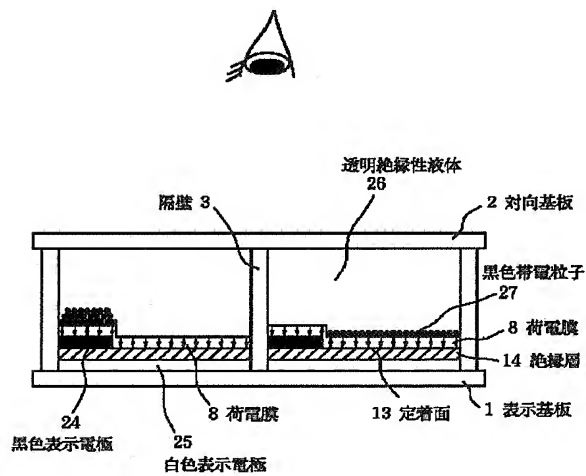
【図3】



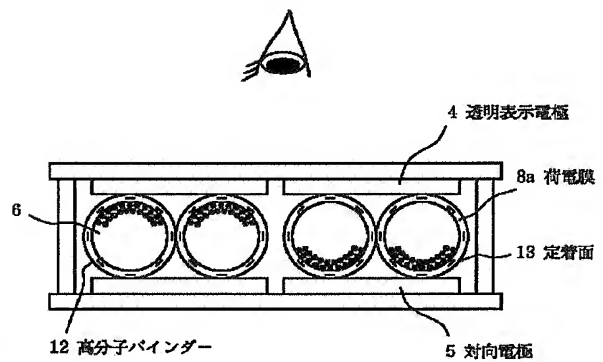
【図4】



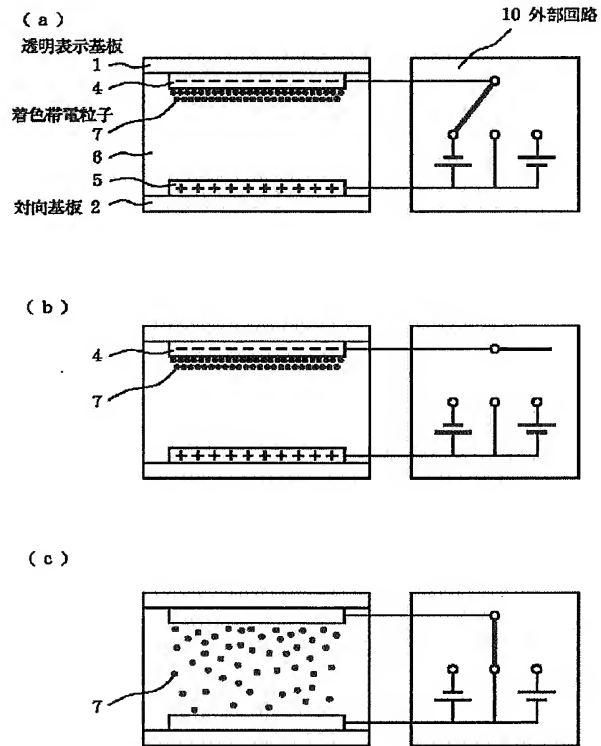
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

